

Milla-Johanna Mäkäräinen

# Laitehyväksynnän ohjeistus LVI-suunnittelijalle

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

3.11.2016

Tekijä Otsikko	Milla-Johanna Mäkäraainen Laitehyväksynnän ohjeistus LVI-suunnittelijalle
Sivumäärä Aika	33 sivua 3.11.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka, suunnittelupainotteinen
Ohjaajat	laatu- ja kehityspäällikkö Timo Huvinen lehtori Hanna Sulamäki
<p>LVI-tuotteille on asetettu paljon kansallisia ja kansainvälisiä laatuvaatimuksia koskien tilankäyttöä, toimintaa, teknisiä ominaisuuksia, energiatehokkuutta, elinkaarta ja huollon jatkuvuutta, joiden lisäksi rakennuskohde asettaa tuotteille rakennuspaikkakohtaisia vaatimuksia. LVI-suunnittelijan tulee tuntea hyvin laitteita koskeva lainsäädäntö ja rakennuskohteen asettamat vaatimukset. LVI-tuotteiden käyttöä säännellään EU:n säännöksillä, eli asetuksilla, direktiiveillä ja standardeilla ja Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyillä määräyksillä. LVI-suunnittelija tekee suunnitelmissaan käyttämistään laitteista ehdotuksen, mutta lopullisen valinnan tekee laitehankinnoista vastaava urakoitsija. Halutessaan että kohteessa käytetään juuri tietyn valmistajan laitetta, suunnittelija voi spesifioida laitteen niin yksityiskohtaisesti, ettei vastaavaa löydy muulta valmistajalta. Kaikki rakennuksessa käytetyt, pysyviksi jäävät LVI-tuotteet on hyväksyttävä ennen hankintaa LVI-suunnittelijalla, LVI-valvojalla ja rakennuttajalla.</p> <p>Insinööritöyönä tehtiin ohjeistus LVI-suunnittelijalle laitehyväksyntöjen suorittamiseen. Työn tilaaja on Ramboll Finland Oy, joka on Suomen suurin suunnittelu- ja konsulttialan yritys. Työ on rajattu koskemaan vain sähkökäyttöisiä LVI-laitteita, kuten ilmanvaihtokoneita, puhaltimia, huoneilmastointilaitteita ja pumppuja. Työssä käsitellään eri tuotehyväksyntämenetelmiä, joita ovat muun muassa CE-merkintä, tyyppihyväksyntä ja rakennuspaikkakohtainen hyväksyntä. Laitehyväksyntäosiossa käydään läpi laitehyväksyntäprosessia ja muutamia esimerkkejä eri laitteiden, kuten ilmanvaihtokoneiden ja pumppujen hyväksynnässä huomioitavista asioista. Insinööritöytä varten haastateltiin kokeneita rambollilaisia, jotka kertoivat, miten he ovat laitehyväksyntöjä suorittaneet, ja miten hyväksyntäprosessia voisi kehittää. Merkittävin kehittämistoive laitehyväksynnälle oli sen vaivalloisuuden vähentäminen. Tällä hetkellä laitehyväksyntä vie merkittävästi aikaa, johtuen tarkistettavien laitteiden ja laitetietojen määrästä sekä tietojen hajanaisuudesta. Tarkoitus on saada urakoitsijan laitevalinnoista vain olennaisimmat mitoitusta ja laitteen toimintaa koskevat tiedot samassa dokumentissa, jonka avulla poikkeamat suunnitelmista erottuvat helpommin. Samalla tarkastuslomake toimii dokumentaationa, jonka avulla urakoitsijan valitsemien laitteiden lainmukaisuus ja suunnitelmanmukaisuus ovat helposti osoitettavissa LVI-valvojalle.</p>	
Avainsanat	laitehyväksyntä, CE-merkki, ekosuunnitteludirektiivi

Author Title	Milla-Johanna Mäkäräinen Instruction for device approval process for HVAC planner
Number of Pages Date	33 pages 3 November 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, planning oriented
Instructors	Timo Huvinen, R&D Manager Hanna Sulamäki, Senior Lecturer
<p>The aim of the final year project was to create a set of instructions for an HVAC designer for device approval. The project looked only at electrically operated HVAC equipment. The instructions were needed particularly for young designers in order to harmonize the ways of approving devices. To establish background information, experienced colleagues were asked about the device approval process and the improvement ideas they had for the process.</p> <p>The purpose was to create a document with only the most relevant information about the equipment choices of a contractor to allow the deviations from plans to stand out more easily. Device-specific Excel forms for ventilation and piping contracts were included in the instructions. The device approval forms also function as documentation for the HVAC supervisor to show that the devices meet the statutory requirements and are compatible with the plans. In the future with automatic filling of the data from planning documents, the instructions and device approval forms make the approval process faster and easier. The approval forms will be used for the first time in the Tripla Mall project.</p>	
Keywords	HVAC device approval process, CE-marking, eco-design directive

## Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet	1
1 Johdanto	3
1.1 Ramboll Finland Oy	3
1.2 Tausta ja tavoite	3
2 LVI-tuotteiden laatuvaatimukset	5
3 Rakennustuotteiden laadunvarmennusmenetelmät	7
3.1 CE-merkintä	7
3.2 Tyypin hyväksyntä	9
3.3 Varmennustodistus	10
3.4 Valmistuksen laadunvalvonta	10
3.5 Rakennuspaikkakohtainen varmentaminen	11
4 Laitehyväksyntä	12
4.1 Prosessi	12
4.2 Laitehyväksyntälomake	15
4.3 Ilmanvaihtokoneet ja puhaltimet	16
4.4 Palon- ja savunhallintalaitteet	21
4.5 Pumput ja pumppaamot	22
4.6 Moottorit	24
5 Laitehyväksynnän ohjeistus ja tarkastuslomake	24
5.1 Tavoite, toteutus ja rajaukset	25
5.2 Haastattelut	25
6 Päätelmät ja jatkotoimenpiteet	29
Lähteet	32

## Lyhenteet ja käsitteet

AVCP	Assessment and Verification of Constancy of Performance. Järjestelmä, jonka mukaisesti tuote testataan ennen CE-merkintää. AVCP-luokkia on yhteensä viisi kappaletta.
CE-merkki	Valmistajan takaus siitä, että tuote täyttää EU:n asettamat vaatimukset.
DoP	Suoritustasoilmoitus. Harmonisoidun tuotestandardin piiriin kuuluvat tuotteet tulee varustaa suoritustasoilmoituksella, josta ilmenee vähintään yksi laitteen käytön kannalta merkittävä suoritustaso.
ETA	Eurooppalainen tekninen arviointi. Menetelmä, jonka avulla tuote voidaan CE-merkitä, kun tuotteelle ei ole olemass harmonisoitua tuotestandardia tai muuta CE-merkintään johtavaa direktiiviä.
hEN	Harmonisoitu tuotestandardi. Eurooppalaisen standardisointijärjestö CEN:n luoma CE-merkintään johtava tuotestandardi rakennustuotteille.
Hyötysuhdebonus, E	$SFP_{int\_limit}$ -luvun laskennassa käytettävä korjauskerroin, jolla kompensoidaan tehokkaasta lämmön talteenotosta aiheutuva kasvanutta painehäviötä.
Ilmoitettu laitos	Ympäristöministeriön valtuuttama laitos, joka saa suorittaa tuotteiden laadunvalvontaa ja testauksia ennen CE-merkintää.
Kaksitoiminen Ilmanvaihtokone	Ilmanvaihtokone, joka on tarkoitettu sekä ilmanvaihtoon että savunpoistoon.
LTO	Ilmanvaihtokoneen lämmön talteenottolaite.

SEC	Ilmanvaihtokoneen ominaisenergiankulutus. Kertoo ilmanvaihtoon kulutetun energian määrän lämmitettyä lattianeliömetriä kohden. SEC-luku määrittelee ilmanvaihtokoneen energiamerkissä esitettävän energialuokan. Asuinrakennuksiin tarkoitetut ilmanvaihtokoneet tulee varustaa energiamerkillä.
$SFP_{int}$	Ilmanvaihtokoneen sisäinen ominaissähköteho, yksikkö $W/(m^3/s)$ , joka ilmaisee ilmanvaihtokoneen tarvitseman tehon nimellisilmavirtaa kohden.
$SFP_{int\_limit}$	Ilmanvaihtokoneen sisäisen ominaissähkötehon maksimiarvo.
Suodatinkorjaus, F	$SFP_{int\_limit}$ -luvun laskennassa käytettävä korjauskerroin, joka riippuu siitä, poikkeako ilmanvaihtokone $SFP_{int}$ -luvun laskennassa käytettävästä ilmanvaihtokoneen viitekokoopanosta.

# 1 Johdanto

## 1.1 Ramboll Finland Oy

Työn tilaajana on Ramboll Finland Oy, joka kuuluu kansainväliseen Ramboll-konserniin. Ramboll on perustettu Tanskassa ja sen pääkonttori sijaitsee Kööpenhaminassa. Yritys on Pohjoismaiden johtava suunnittelu- ja konsulttiyritys, ja se toimii kaiken kaikkiaan 35 maassa, viidellä mantereella. Suomessa yritys toimii 29 paikkakunnalla, ja se työllistää noin 2 200 ihmistä ollen Suomen suurin suunnittelu- ja konsulttialan yritys. Suomen pääkonttori sijaitsee Espoon Leppävaarassa. Rambollin toimialoja Suomessa ovat kiinteistöt ja rakentaminen, infrastruktuuri ja liikenne, vesi, öljy ja kaasut, energia, ympäristö, tietoliikenne ja johdon konsultointi. Yrityksen omistuksesta noin 98 % kuuluu Ramboll Foundation -säätiölle. Loput omistaa Rambollin henkilökunta. Viimeisimpiä suuria hankkeita, joissa Ramboll on ollut mukana, ovat muun muassa Kalasatama REDI, Helsingin keskustakirjasto, Pasilan Tripla, Olympiastadionin saneeraus ja Helsingin Meilahteen valmistuva Uusi lastensairaala. Yritys on mukana näissä hankkeissa rakenne- ja taloteknisessä suunnittelussa, energia- ja elinkaarikonsultoinnista sekä geosuunnittelussa. Ulkomailla Ramboll on mukana mm. Kiinaan, Jiangsun maakuntaan rakennettavan 400 MW:n merituulivoimapuiston suunnittelussa. [1]

## 1.2 Tausta ja tavoite

Kaikista LVI-suunnitelmissa käytetyistä laitteista on tehtävä dokumentointi, josta ilmenee laitteen tyyppi, laitteen käytettävyyden kannalta merkittävimmät ominaisuudet ja suunnitelmissa käytetyt mitoitusarvot. Suunnitteluvaiheessa suunnittelija tekee laiteehdotuksen, mutta lopullisen valinnan tekee urakoitsija käyttäen joko suunnittelijan ehdottamaa laitetta tai ehdottamalla ominaisuuksiltaan ja mitoitusarvoiltaan samankaltaista, korvaavaa laitetta. Ennen laitteiden hankintaa urakoitsijan valitsemat laitteet on hyväksyttävä suunnittelijalla, valvojalla ja rakennuttajalla. Suunnittelijan vastuulla on tarkastaa, että valitut laitteet vastaavat arvoiltaan suunnitelmia, yleisiä määräyksiä ja sopivat tarkoitettuun kohteeseen. Valvojan tehtävä on tarkastaa, että urakoitsijan laitevalinnat noudattavat suunnitelmia. Yleiset laatuvaatimukset laitteille on määritelty EU:n direktiiveissä, Suomen rakentamismääräyskokoelmassa. LVI-kortistossa on ohjeita rakennustapaan, suunnitteluun, asentamiseen ja huoltoon. Mitoitusarvot ja rakennuspaik-

kakohtaiset laitevaatimukset esitetään työselostuksessa, kojeluetelossa ja tasopiirustuksissa.

Laitteiden ja tarkistettavien laitetietojen suuren määrän ja laitetietojen hajanaisuuden takia laitehyväksyntä voi viedä paljon aikaa. Insinööriyönä toteutettiin laitehyväksynnän tarkastusasiakirja, eli laitehyväksyntälomake ja ohjeistus LVI-suunnittelijalle. Laitehyväksyntälomake tehtiin laskentataulukkona, jossa on kaikki laitehyväksynnän yhteydessä tarkastettavat laitteiden ominaisuudet ja mitoitusarvot. Taulukko toimii samalla suunnittelijan ja urakoitsijan tarkastuslistana sekä dokumenttina laitteiden kelpoisuuden osoittamiseen LVI-valvojalle. Suunnittelijalle tarkoitetun ohjeistuksen ja suunnitteluasiakirjojen rinnalla käytettävän laitehyväksyntälomakkeen tarkoitus on helpottaa ja nopeuttaa suunnittelijan sekä urakoitsijan työtä laitehyväksyntäprosessissa. Kaikkien laitehyväksyntää edellyttävien laitteiden olennaisimmat tiedot niiden toiminnasta ja kohteeseen sopivuudesta sekä suunnitteluarvot ovat saatavissa samasta, urakkakohtaisesta dokumentista.

Laitehyväksyntöjen yhteydessä on myös havaittu, että EU:n rakennustarvikkeille ja laitteille asettamat vaatimukset ja vaatimusten täyttymisestä ilmoittaminen eivät toteudu kaikkien laitevalmistajien kohdalla heti asetusten voimaantulon aikaan, joten laitteita hyväksyttäessä näiden määräysten tähtyminen tulee tarkastaa huolellisesti ennen laitehankintaa. Esim. suoritustasoilmoitusten saaminen laitevalmistajilta jommallakummalla kotimaisella kielellä on ollut joidenkin valmistajien kohdalla vaikeaa tai jopa mahdotonta. Suoritustasoilmoitus tulee liittää kaikkien CE-merkittyjen tuotteiden tuotetietoihin. Urakoitsijalla ei myöskään välttämättä ole viimeisintä tietoa rakennustuotteen CE-merkinnän tai muun varmennusmenetelmän käyttövelvollisuudesta, joten tähänkin tulee kiinnittää enemmän huomiota. Markkinoilla voi olla myös tuotteita, joissa CE-merkintää käytetään luvattomasti. Lisäksi projekteissa on huomattu, että joitain samanmerkkisiä ja samanmallisia tuotteita saatetaan valmistaa esim. sekä Suomessa että ulkomailla, mutta ulkomailla valmistettu tuote ei vastaa laadultaan Suomessa valmistettua tuotetta. Eroavaisuudet (esim. tuotteessa käytetyssä pinnoitteessa, joka saattaa vaikuttaa tuotteen kestävyys) selviävät vain huolellisella tuoteselosteen läpikäymisellä.

Tavoitteet:

- Laitehyväksyntälomakkeen ja ohjeistuksen avulla kokemattomampikin LVI-suunnittelija voi suorittaa laitehyväksynnän itsenäisesti.



- Lomake toimii muistilistana tarkastettavista asioista.
- Lomake toimii muistilistana uusimmista määräyksistä, silloin kun laitevalmistajalta ei vielä määräystenmukaisia tietoja automaattisesti saa (esim. DoP, joka tulee liittää kaikkiin CE-merkittyihin tuotteisiin).
- Lomake toimii dokumenttina valittujen LVI-laitteiden määräysten- ja suunnitelmanmukaisuuden osoittamiseen rakennusvalvonnassa.
- Ristiriitatilanteissa lomake toimii osoituksena siitä, että laitteiden määräysten- ja suunnitelmanmukaisuus on tarkastettu LVI-suunnittelijan puolesta.
- Suunnittelijan vastuu mitoitusarvoista ja urakoitsijan vastuu suunnitelmia vastaavien laitteiden valinnasta säilyvät.

## 2 LVI-tuotteiden laatuvaatimukset

Rakentamista säännellään EU:n asettamilla asetuksilla, direktiiveillä ja standardeilla sekä kansallisilla määräyksillä, jotta rakennukset olisivat turvallisia, kestäviä ja ekologisia. Rakennustuotteita koskeva lainsäädäntö on sitä varten, että rakennustuotteista saataisiin luotettavaa ja vertailukelpoista tietoa arvioitaessa niiden soveltuvuutta rakennettavaan kohteeseen. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia rakentamisen olennaisten teknisten vaatimusten täytymisestä, rakennustyön valvonnasta, tarkastamisesta ja todentamisesta sekä käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuuden tarkastamisesta. Tarvittaessa hän voi myös valtuuttaa tehtävään henkilön, joka on pätevä asiantuntemuksensa ja ammattitaitonsa puolesta. Vuonna 2000 voimaantulleessa maankäyttö- ja rakennuslaissa [2] edellytetään, että rakennushankkeessa käytetään tarkastusasiakirjaa, josta ilmenee käytettävien rakennustuotteiden kelpoisuus, kelpoisuuden toteamismenetelmä (CE-merkintä, ETA, tyyppihyväksyntä, varmennustodistus, valmistuksen laadunvalvonta tai rakennuspaikkakohtainen varmennus) ja kelpoisuuden toteamisesta vastaavat vastuuhenkilöt. Tarkastusasiakirjan ylläpitämisestä vastaa vastaava työnjohtaja. Vastuu rakennustuotteiden kelpoisuuden varmistamisesta on suunnittelijalla ja urakoitsijalla. Suunnittelijan on huolehdittava, että suunnitteluasiakirjoissa on riittävän tarkat vaatimukset käytettävien rakennustuotteiden ominaisuuksille, sekä tarkastaa kyseisten rakennustuotteiden kelpoisuus. Urakoitsijan ja työnjohtajan tulee toteuttaa rakennushanke niin, että kohteelle asetetut vaatimukset toteutuvat ja tarkastusasiakirja pidetään ajan tasalla. Heidän on myös huolehdittava heidän vastuulleen sovittujen rakennustuotteiden kelpoisuuden toteamisesta ja siitä, että rakennustuotteiden kelpoisuuteen liittyvät asiakirjat ovat esitettävissä. Tarkastusasiakirjan lisäksi LVI-

suunnittelijan tulee osoittaa LVI-valvojalle, että rakennuskohteeseen valitut LVI-tuotteet vastaavat lainsäädännön lisäksi rakennuskohteen vaatimuksia.

Rakennustuotteiden perusvaatimuksia niiden teknisessä arvioinnissa ovat [3]

- mekaaninen lujuus ja vakaus
- paloturvallisuus
- hygienia, terveys ja ympäristö
- käyttöturvallisuus ja esteettömyys
- meluntorjunta
- energiansäästö ja lämmöneristys
- luonnonvarojen kestävä käyttö.

Kaikki VTT:n myöntävät sertifikaatit ja hyväksynnät ovat nähtävissä VTT:n ylläpitämässä tietokannassa osoitteessa <http://www.vtt-todistus.fi/>.

#### Ekosuunnitteludirektiivi

Energiaa käyttävien ja energiaan liittyvien tuotteiden suunnittelun ja tuotekehityksen ekologisten vaatimusten puitteet määritellään ekosuunnitteludirektiivissä eli ErP:ssä (The Energy-related Products Directive). Laki sisältää myös energiamerkintää ja energiatehokkuutta koskevat säädökset. Direktiivin nojautuvat tuoteryhmäkohtaiset vaatimukset toimeenpanee Suomessa työ- ja elinkeinoministeriö. Rakennustuotteiden asetuksista vastaa ympäristöministeriö ja muista asetuksista Energiavirasto. Markkinavalvojana Suomessa toimii Tukes. Ekosuunnitteludirektiivi oli alun perin EuP-direktiivi (Eco-Design of Energy-using Products Directive), jonka korvasi soveltamisalaltaan laajempi ErP marraskuussa 2009. [4]

Ekosuunnitteludirektiivi koskee kaikki energiaa kuluttavia laitteita [4], joita ovat mm.

- sähkömoottorit
- pumput
- puhaltimet
- ilmanvaihtokoneet
- ilmapuhaltimet.

### 3 Rakennustuotteiden laadunvarmennusmenetelmät

#### 3.1 CE-merkintä

Rakennustuotteiden CE-merkintä (kuva 1) perustuu EU:n rakennustuoteasetuksen mukaisesti joko harmonisoiuihin tuotestandardeihin tai eurooppalaiseen tekniseen arviointiin. Asetuksessa myös säädetään kuinka rakennustuotteen ominaisuuksista kerrotaan. Rakennustuotteita ja niiden käyttöä koskevasta standardisoinnista vastaa Suomessa Rakennustuoteteollisuus RTT. CE-merkinnän avulla tuotteen valmistaja takaa, että tuote täyttää direktiivien oleelliset turvallisuusvaatimukset. Merkinnän myötä päästään myös eroon kansallisista, päällekkäisistä viranomaisten hyväksyntämenettelyistä, joka helpottaa tuotteiden liikkuvuutta Euroopan talousalueella. CE-merkintää ei tarvitse hakea viranomaiselta, vaan valmistaja kiinnittää merkinnän tuotteeseensa, kun harmonisoidun tuotestandardin tai ETA:n vaatimukset on täytetty. [5] Vaatimukset koskevat tuotteen valmistusta, ominaisuuksien testausta ja laadunvalvontaa. CE-merkin käyttöä Suomessa valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES. CE-merkintä ei yleensä vaadi puolueettoman osapuolen suorittamaa testausta. CE-merkintää voi käyttää vain tuotteessa, jolle on määritetty koko EU:ssa voimassa olevat vaatimukset. Muista CE-merkintää vaativista tuotteista poiketen rakennustuotteen CE-merkintä ei automaattisesti takaa, että tuote soveltuu aiottuun kohteeseen tai on määräysten mukainen. Merkinnän tarkoitus on vain taata, että tuote täyttää EU:n perusvaatimukset, ja että tuotteen ominaisuudet ovat helposti vertailtavissa. [6] Rakennustuotteiden käyttöä Suomessa säätelee Suomen rakentamismääräyskokoelma, ja tuotteiden käytettävyys kohteessa on arvioitava erikseen paikallisten olosuhteiden ja rakentamismääräysten perusteella.



Kuva 1. CE-merkki. [6]

## Pakollinen CE-merkintä

Rakennustuotteita koskeva EU-säädös, niin sanottu EU:n rakennustuoteasetus, tuli voimaan 1.7.2013, jonka myötä CE-merkintä tuli pakolliseksi kaikille rakennustuotteille, joita koskee harmonisoitu tuotestandardi hEN (koskee 80 % rakennustuotteista). Harmonisoitu tuotestandardi on eurooppalaisen standardisoimisjärjestön CEN:n laatima CE-merkintään johtava tuotestandardi. Se määrittää tuoteryhmäkohtaisesti tuotteilta selvitettävät ominaisuudet, valmistuksen laadunvalvonnan vaatimukset ja CE-merkinnässä ilmoitettavat tiedot. LVI-tuotteista vain harvoille on jo olemassa harmonisoitu tuotestandardi. Näitä ovat osa vesikalusteista, lämmityspattereista ja putkista sekä kaikki savunhallintajärjestelmiin liittyvät kanavat, laitteet, tarvikkeet ja ilmanvaihdon palo-osastointiin käytettävät palonrajoitinventtiilit ja palopellit. [7] CE-merkinnän edellytyksenä voi olla myös jokin muu direktiivi, esim. konedirektiivi (esim. pumpput ja puhaltimet), pienjännitedirektiivi LVD (Low Voltage Directive), sähkömagneettista yhteensopivuutta koskeva EMC-direktiivi (Electro Magnetic Compatibility, sähkölaitteet, kuten moottorit) tai ATEX-laitedirektiivi (Atmospheres Explosibles, räjähdysvaarallisissa tiloissa käytettävät laitteet). Jos tuotetta koskee useampi direktiivi, tulee valmistajan varmistaa ennen CE-merkin kiinnittämistä, että tuote täyttää kaikkien sitä koskevien direktiivien ja asetusten mukaiset vaatimukset.

## Vapaaehtoinen CE-merkintä

Eurooppalainen tekninen arviointi eli ETA (European Technical Assessment) on tarkoitettu tuotteille, joille ei vielä ole olemassa harmonisoitua tuotestandardia, ja joita ei koske mikään muukaan CE-merkintään johtava direktiivi (kuva 3). Näitä ovat esim. innovatiiviset tuotteet. Tällöin CE-merkinnän voi kiinnittää tuotteeseen, kun tuote on testattu, ja se täyttää ETA:n laatuvaatimukset. [8]

## Suoritustasoilmoitus

Harmonisoidun tuotestandardin piiriin kuuluvalla tai ETA-arvioinnin saaneella rakennustuotteella tulee olla CE-merkin lisäksi myös niin sanottu suoritustasoilmoitus eli DoP (Declaration of Performance), josta tulee ilmetä vähintään yksi rakennustuotteen perusominaisuuksiin liittyvä suoritustaso, jolla on merkitystä aiotussa käyttötarkoituksessa, ja josta ei ole kansallista viranomaismääräystä. Tuotteen kelpoisuutta arvioidaan vertaamalla suoritustasoilmoituksen tietoja suunnitteluasiakirjoissa esitettyihin, raken-

tamismääräykset täyttäviin vaatimuksiin. Suoritustasoilmoitus tulee Suomessa esittää suomen- tai ruotsinkielisenä. Suoritustasoilmoituksesta tulee ilmetä ainakin seuraavat tiedot [9]:

- CE-merkinnän ensimmäisen kiinnitysvuoden kaksi viimeistä numeroa
- valmistajan nimi ja osoite tai tunnusmerkki
- tuotetyypin tunnistenumero
- suoritustasoilmoituksen viitenumero
- viittaus harmonisoituun tuotestandardiin tai ETA:han
- rakennustuotteen aiottu käyttötarkoitus tai -tarkoitukset
- ominaisuuksien ilmoitetut suoritustasot käyttökohteittain
- käytetyt AVCP-järjestelmät
- mahdollinen ilmoitettu laitos.

### 3.2 Tyyppihyväksyntä

Niille tuotteille, jotka eivät kuulu harmonisoidun tuotestandardin piiriin, joita ei koske mikään CE-merkintään johtava direktiivi (esim. konedirektiivi) ja joille ei voida tehdä eurooppalaista teknistä arviointia, voi valmistaja halutessaan hakea tyyppihyväksyntää (kuva 3), joka on Suomen kansallinen hyväksyntämenettely. Tyyppihyväksynnällä osoitetaan, että tuote täyttää lainsäädännössämme sille asetetut vaatimukset. Suomessa rakennustuotteiden tyyppihyväksyntöjä myöntää ympäristöministeriön valtuuttamana esim. VTT Expert Services Oy, joka vastaa muun muassa LVI-tuotteiden tyyppihyväksynnästä. Tyyppihyväksynnän edellytys on, että tuote on läpäissyt tyypikokeet, sen laadunvalvonnasta on tehty laadunvalvontasopimus ja laadunvalvonta suoritetaan vuosittain. Tuotteeseen kiinnitetty tyyppihyväksyntä-merkki (kuva 2) osoittaa, että tuote täyttää sitä koskevan suomalaisen tyyppihyväksyntäasetuksen vaatimukset. [10]



Kuva 2. Tyyppihyväksyntämerkki. [10]

Muut ympäristöministeriön valtuuttamat Suomessa toimivat laitokset, jotka voivat suorittaa CE-merkinnän edellyttämiä testauksia ja valmistuksen laadunvalvontaa, ovat Contesta Oy, Inspecta Sertifiointi Oy, DNV Certification Oy, Suomen ympäristökeskus.

### 3.3 Varmennustodistus

Vähemmän vaativien tuotteiden hyväksyntään käytetään varmennustodistusta, joka on Suomessa käytössä oleva rakennustuotteiden vapaaehtoinen hyväksyntämenettely, ja se on tyyppihyväksyntää hallinnollisesti kevyempi menettely rakennustuotteen hyväksymiselle. Varmennustodistus annetaan joko tuotteen valmistuksen jatkuvan varmentamisen tai toimituseräkohtaisen näytetarkastuksen perusteella. Varmennustodistus edellyttää valmistajan suorittamaa tuotannon aikaista omaa laadunvalvontaa ja laadunvalvonnan varmentamista laadunvalvonnan varmentajan toimesta. Varmennustodistuksen avulla rakentaja voi rakennuslupaa hakiessaan tai rakennusvalvonnan yhteydessä osoittaa, että tuote täyttää sille laissa asetetut vaatimukset ja että se sopii käytettäväksi aiottuun rakennuskohteeseen. [11]

### 3.4 Valmistuksen laadunvalvonta

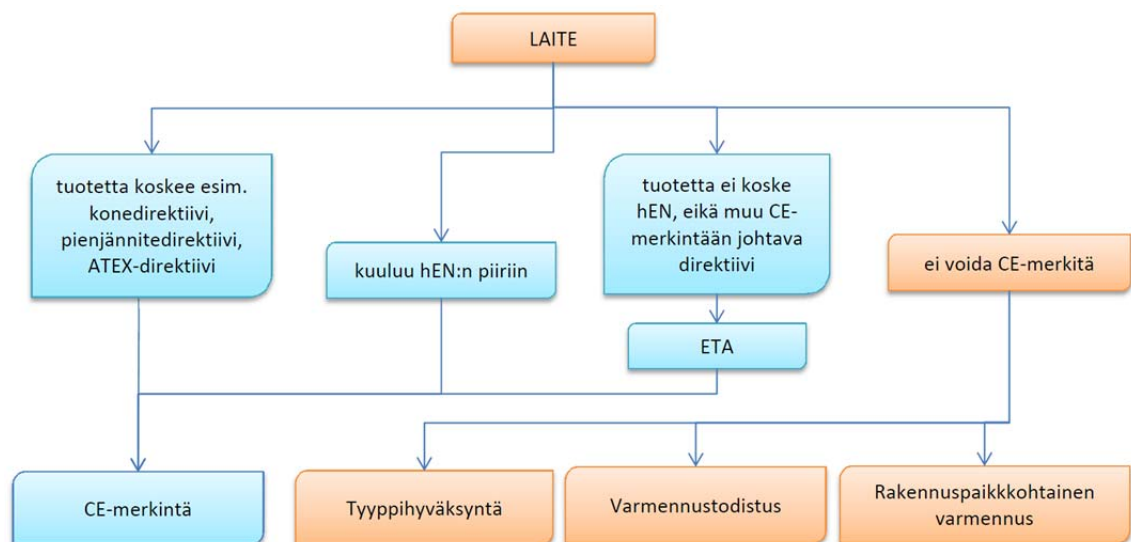
Valmistuksen laadunvalvonta on 1.7.2013 Suomessa käyttöön otettu rakennustuotteiden vapaaehtoinen hyväksymismenettely. Rakennustuotteen valmistaja voi osoittaa ylläpitämällään tehtaan sisäisellä laadunvalvontajärjestelmällä, että rakennustuote ominaisuuksiensa puolesta täyttää sille säädetyt olennaiset tekniset vaatimukset valmistajan ilmoittamassa käyttötarkoituksessa. [12] Valmistuksen laadunvalvonta ei liity olennaisesti LVI-tuotteiden hyväksyttämiseen.

### 3.5 Rakennuspaikkakohtainen varmentaminen

Rakennusvalvontaviranomainen voi edellyttää rakennustuotteen varmentamista rakennuspaikkakohtaisesti, jos

- valmistajalta ei saa minkäänlaista esitettä rakennustuotteen ominaisuuksista
- rakennusvalvontaviranomaisen on syytä epäillä, että tuote ei täytä sille asetettuja teknisiä vaatimuksia.

Vastuu rakennustuotteen kelpoisuudesta ja kelpoisuuden osoittamisesta koituvista kuluista kuuluu viime kädessä rakennushankkeeseen ryhtyvälle. [13]



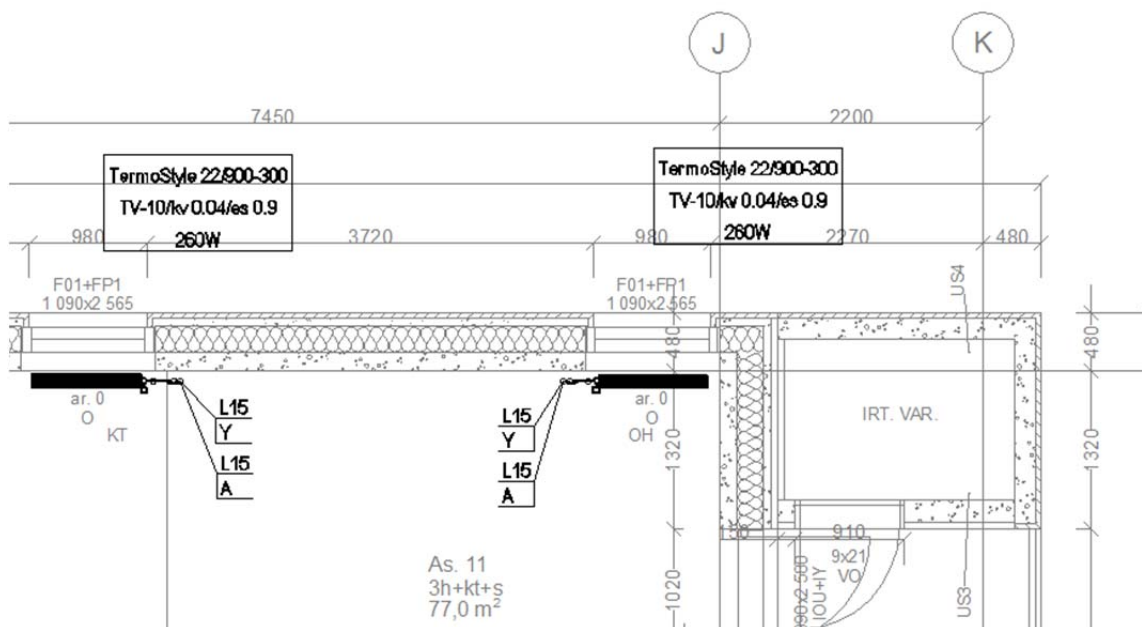
Kuva 3. Tuotteen tie CE-merkintään tai muuhun hyväksyntämenettelyyn.

Kullekin tuoteryhmälle on mahdollista käyttää hyväksyntämenettelynä vain joko CE-merkintää, tyyppihyväksyntää, varmennustodistusta, valmistuksen laadunvalvontaa tai rakennuspaikkakohtaista varmentamista.

## 4 Laitehyväksyntä

### 4.1 Prosessi

Suunnitelmat tehdään käyttäen laitteita, jotka täyttävät kaikki niille asetetut kansalliset ja kansainväliset sekä projektikohtaiset vaatimukset. Suunnittelija vastaa järjestelmän mitoituksessa käyttämistään arvoista ja suunnitelmissa esitettyjen laitteiden tilantarpeesta. Laite- ja mitoitus tiedot esitetään työselostuksessa ja kojeluettelossa. Jotkin laitteet esim. patterit tai ilmastoinnin päätelaitteet voidaan määrittää myös tasokuvissa silloin, kun halutaan käyttää jotain tiettyä laitetta (kuva 4). Piirustuksiin merkityistä laitevalinnoista voidaan poiketa vain, mikäli kyseessä olevalta valmistajalta ei löydy vastaavaa laitetta. Urakoitsijan laitevalintaa voidaan rajata määrittelemällä mitoitus- ja laitetiedot mahdollisimman tarkasti. Joidenkin tietojen määrittelemättä jättäminen saattaa johtaa virheelliseen laitevalintaan. Kaikki rakennukseen pysyviksi osiksi jäävät tuotteet edellyttävät hyväksyntäprosessia (kuva 5). Urakoitsijan valitsemien tuotteiden tulee olla Suomessa yleisesti tunnettuja, ja niille tulee olla saatavissa varaosia. Huollon tulee olla järjestetty luotettavasti valmistajan tai maahantuojan toimesta.



Kuva 4. Patterin malli, koko, teho ja venttiilin säätöarvot tarkennettuina piirustukseen.

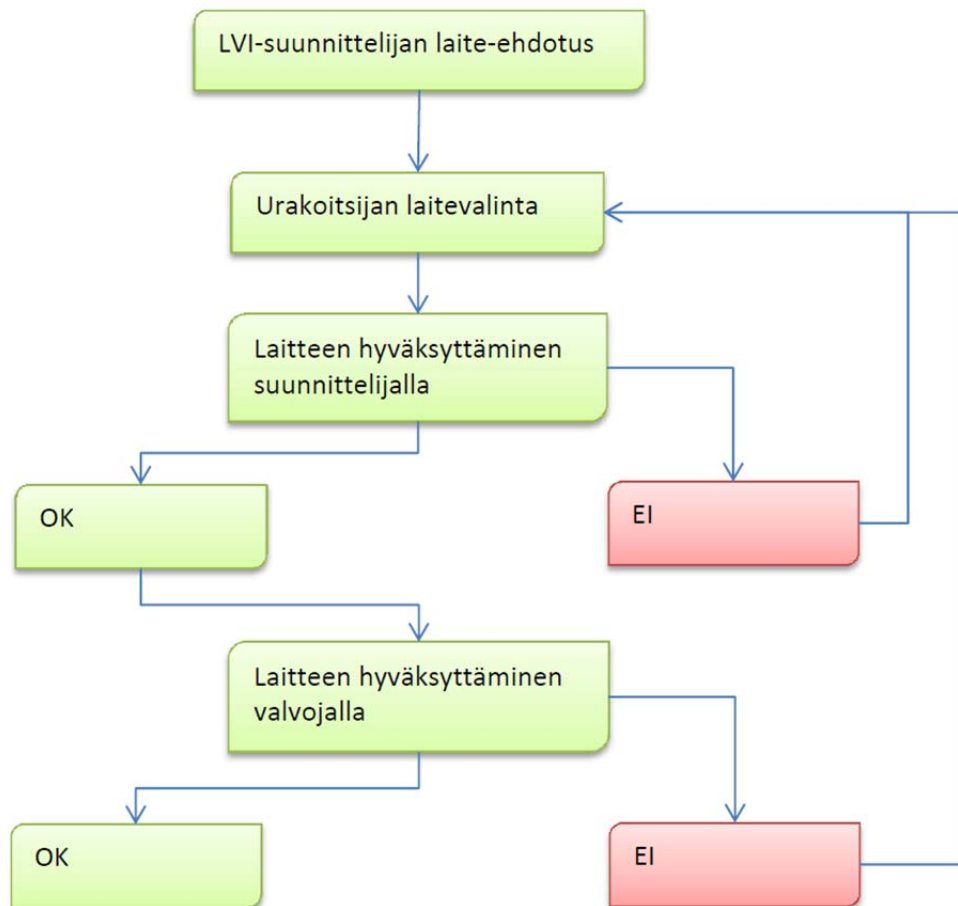


Mikäli urakoitsija haluaa vaihtaa LVI-asiakirjoissa määriteltäviä laitteita, tarvikkeita, materiaaleja tai liitostapoja, on niiden tilankäytöltään, toiminnaltaan, teknisiltä ominaisuuksiltaan, energiatehokkuudeltaan, elinkaareltaan ja huollon jatkuvuuden osalta vastattava läheisesti urakka-asiakirjoissa määriteltäviä. Urakoitsija tekee tarkistuslaskelmat ja laitevalintaehdotuksensa ainakin seuraavista tuotteista:

- lämmön talteenottojärjestelmistä
- ilmastoinnin jäähdytyslaitteista
- käytettävistä päätelaitteista, jäähdytyspalkeista sekä kanavistovarusteista
- ilmastointikoneista, puhaltimista ja niiden osista
- säteilylämmittimistä
- pumpuista.

Urakoitsijan tulee toimittaa ennalta tarkastamansa ja allekirjoituksellaan vahvistamansa hyväksyttämismateriaalit kirjallisesti riittävän aikaisin ennen työsuoritusta. Laitetoimittajan suoraan sähköisesti lähettämää materiaalia ja esitteitä voidaan tarkastella tuotemerkkien hyväksyttämisenä. Urakoitsijoiden toimittamat hyväksyttämismateriaalit säilytetään mapissa työmaatoimistossa.

Silloin, kun laitteen vaihtaminen aiheuttaa muutoksia myös muihin urakoihin (esim. rakennusautomaatio- ja sähköurakka), urakoitsijan on saatava ensin tekninen ja taloudellinen hyväksyminen muilta urakoitsijoilta. Sen jälkeen, ennen hankintaan ryhtymistä on vaihdolle saatava vielä rakennuttajan ja LVI-valvojan hyväksyminen. Vaihtamista esittänyt urakoitsija vastaa teknisesti ja taloudellisesti esittämiensä tuotteiden vastaavuudesta ja vastaavuuden osoittamisesta. Laitevalinnoista tulee olla työmaalla ajan tasalla oleva hyväksytyjen laitteiden yhteenveto, jonka ovat kuitanneet rakennuttajan edustajat.



Kuva 5. Laitehyväksyntäprosessi.

Laitehyväksyntää varten urakoitsijan tulee varmistaa rakennustuotteen kelpoisuus eli tuotteen CE-merkintä ja kansallinen hyväksyntä ja toimittaa suunnittelijalle selvitys valituista laitteista.

Selvityksestä tulee ilmetä

- hyväksytettävien laitteiden tekniset arvot
- laitekohtaiset suoritusarvot (puhaltimien ja pumppujen osalta laitekohtaisesti toimintakäyrästäille merkittynä, puhallinkonvektorien tms. laitteiden ajot suunnitelmien mukaisissa mitoitusolosuhteissa)
- laitetunnukset, jotta selvästi nähdään, mitä laitetta erittely koskee
- selvitys CE-merkin ominaisuuksista (vastaavuus kansallisiin määräyksiin)
- suoritustasoilmoitus (valmistajan antama)
- ilmoitetun laitoksen todistus

- tuotteeseen liittyvät standardit (testaus)
- tuotteeseen liittyvät asennus-, käyttö- ja huolto-ohjeet

TAI kun tuotteella ei ole CE-merkintää:

- tyyppihyväksyntäpäätös
- varmennustodistus (ilmoitetun laitoksen antama)
- valmistuksen laadunvalvontatodistus (valmistajan antama)
- rakennuspaikkakohtainen hyväksyntä (urakoitsija osoittaa kelpoisuuden).

#### 4.2 Laitehyväksyntälomake

Rambollin työselostuksessa [14] on maininta:

Urakoitsijan on toimitettava rakennuttajalle esittämästään tuotteesta ja suunnitelmissa olevasta tuotteesta vertailutaulukko, jolla osoitetaan tuotteen vastavuus. Urakoitsijan tulee esittää laitevalintansa rakennuttajan hyväksyttäväksi ennen laitteiden tilaamista. Hyväksynnän tukena on suunnittelijan tekemä valittujen laitteiden suunnitelmanmukaisuuden tarkastus. Ennen laitetietojen toimittamista suunnittelijalle on urakoitsija velvollinen ensin itse tarkistamaan laitetoimittajalta saamansa laitevalintatiedot sen varmistamiseksi, että ne ovat suunnitelmien mukaiset. [14]

Laitehyväksyntälomake (kuva 6) toimii vertailutaulukkona, joka helpottaa LVI-suunnittelijan ja LVI-valvojan tarkastustyötä sekä urakoitsijan työtä siten, että kaikki suunnitteluarvot ja laitetiedot ovat jo valmiiksi yhdessä dokumentissa. Halutessaan urakoitsija voi myös antaa lomakkeen suoraan laitetoimittajalle, joka täyttää valitsemansa laitteen tiedot urakoitsijan puolesta, minkä jälkeen lomake toimitetaan takaisin suunnittelijalle sekä LVI-valvojalle ja rakennuttajalle.



1.1.2016 voimaantulleet määräykset asuinrakennuksiin tarkoitetuille ilmanvaihtokoneille [16]:

- Ilmanvaihtokoneiden tulee olla moninopeus- tai taajuusmuuttajaohjattuja (poislukien kaksitoimintoiset koneet).
- Ilmanvaihtokoneen sisäisen ominaissähkötehon ( $SFP_{int}$ ) on alitettava sallittu maksimiarvo.
- Tulo- tai poistoilmapuolella äänen enimmäistaso saa olla 45 dB muiden kuin kanavaliitäntäisten ilmanvaihtokoneiden kohdalla. Mukana ovat myös yhdellä kanavaliitännällä varustetut ilmanvaihtokoneet.
- Kaikissa tulo-poistokoneissa on oltava lämmön talteenoton ohitusmahdollisuus.
- Ilmanvaihtokoneiden keskimääräisten ilmasto-olosuhteiden perusteella määritetty ominaisenergiansiirto (SEC) ei saa olla enempää kuin  $0 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .

Asuinrakennuksiin tarkoitetuille ilmanvaihtokoneille asetetut määräykset kiristyvät 1.1.2018 [16]:

- Tulo- tai poistoilmapuolella äänen enimmäistaso saa olla 40 dB muiden kuin kanavaliitäntäisten ilmanvaihtokoneiden kohdalla. Mukana ovat myös yhdellä kanavaliitännällä varustetut ilmanvaihtokoneet.
- Keskimääräisten ilmasto-olosuhteiden perusteella määritetty ominaisenergiansiirto (SEC) ei saa olla enempää kuin  $-20 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ .
- Ilmanvaihtokoneissa, joissa käytetään suodattimia, tulee olla suodattimen vaihtotarpeesta ilmoittava visuaalinen ilmoitus.

1.1.2016 voimaantulleet määräykset muille kuin asuinrakennuksiin tarkoitetuille ilmanvaihtokoneille [16]:

- Ilmanvaihtokoneiden tulee olla moninopeus- tai taajuusmuuttajaohjattuja (poislukien kaksitoimintoiset ilmanvaihtokoneet).
- Kaikissa tulopoistokoneissa on oltava lämmön talteenotto, jonka lämpötilaerolla on asetettu vähimmäisarvo.
- Lämmön talteenotolla tulee olla ohitusmahdollisuus.
- Ilmanvaihtokoneille on asetettu sisäisen ominaissähkötehon ( $SFP_{int}$ ) enimmäisarvo.

- Yksi-ilmavirtaisten ilmanvaihtokoneiden puhaltimille on asetettu vähimmäishyötysuhde.

Muita kuin asuinrakennuksiin tarkoitettuja ilmanvaihtokoneita koskevat määräykset kiristyvät 1.1.2018 [16]:

- Lämmön talteenoton vähimmäishyötysuhteen raja-arvo nousee.
- Sallitun sisäisen ominaissähkötehon raja-arvo laskee.
- Yksi-ilmavirtaisten ilmanvaihtokoneiden puhaltimien vähimmäishyötysuhteen raja-arvo nousee.

Asetuksen vaatimuksia ei sovelleta [16]

- pieniin ilmanvaihtokoneisiin, joiden sähkön ottoteho on alle 30 wattia/ ilmavirta
- ATEX-luokiteltuihin
- vain hätätilanteissa käytettäviin
- ääriämpötiloissa käytettäviin (toimintalämpötila alle  $-40\text{ °C}$  tai yli  $65\text{ °C}$ )
- yli 1 000 V:n (AC) tai 1 500 V:n (DC) syöttöjännitteellä toimiviin
- myrkyllisissä, syövyttävissä tai helposti syttyvissä tiloissa toimiviin
- lämpöpumpun ja lämmönsiirtimen kanssa toimiviin ilmanvaihtokoneisiin
- ilmanvaihtokoneisiin, jotka luokitellaan liesituulettimeksi.

$SFP_{int}$

Ilmanvaihtokoneen  $SFP_{int}$  eli sisäinen ominaissähköteho (yksikkö  $W/(m^3/s)$ ) on Eurosuunnitteludirektiivin mukainen, uusi määritelmä muiden kuin asuinrakennuksissa käytettävien ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuudelle. Sisäisen ominaissähkötehon raja-arvo ei ole vakio, vaan siihen vaikuttavat ilmanvaihtokoneen ilmavirta, LTO-hyötysuhde, LTO-tyyppi ja suodatinluokat. Raja-arvo  $SFP_{in\_limit}$  lasketaan direktiivin mukaisella kaavalla viitekoonpanolla, joka sisältää ilmanvaihtokoneen vaipan, puhaltimet, lämmön talteenoton sekä puhtaat suodattimet (F7 tulokoneessa ja M5 poistokoneessa). Vaikka raja-arvon ylittäviä koneita ei ole saanut 1.1.2016 jälkeen tuoda markkinoille, eivät kaikki valmistajat silti ole vielä vuonna 2016 ilmoittaneet  $SFP_{int}$  -lukua.  $SFP_{int}$  -luku lasketaan seuraavalla kaavalla [16]:

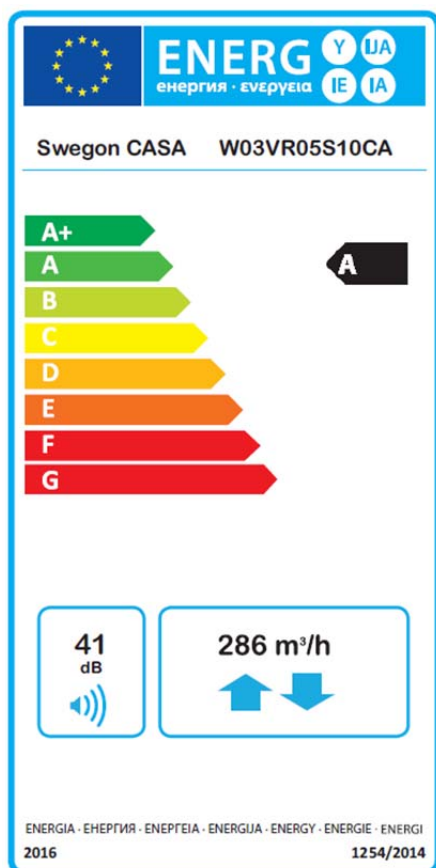
$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{tulosuodatin} + \Delta p_{tuloLTO}}{\eta_{tulopuhallin}} + \frac{\Delta p_{poistosuodatin} + \Delta p_{poistoLTO}}{\eta_{tulopuhallin}} \quad (\text{Kaava 1})$$

$SFP_{int}$	on sisäinen ominaissähköteho, W/(m <sup>3</sup> /s)
$\Delta p_{tulosuodatin}$	on tulopuolen suodattimen painehäviö, Pa
$\Delta p_{tuloLTO}$	on LTO:n tulopuolen painehäviö, Pa
$\eta_{tulopuhallin}$	on puhaltimen hyötysuhde tulopuolella
$\Delta p_{poistosuodatin}$	on tulopuolen suodattimen painehäviö, Pa
$\Delta p_{poistoLTO}$	on LTO:n tulopuolen painehäviö, Pa
$\eta_{poistopuhallin}$	on puhaltimen hyötysuhde tulopuolella

$SFP_{int\_limit}$  eli sisäisen ominaissähkötehon maksimiarvon laskentatapa riippuu siitä, onko kyseessä nestekiertoisella vai muulla lämmön talteenotolla varustettu kone, onko kyseessä kaksi-ilmavirtainen vai yksi-ilmavirtainen kone ja onko koneen nimellisilmavirta yli vai alle 2 m<sup>3</sup>/s. Limit-luvun laskentaan vaikuttavat myös hyötysuhdebonus E, joka riippuu lämmön talteenoton lämpötilahyötysuhteesta, ja suodatinkorjaus F, joka määräytyy sen mukaan, poikkeako ilmanvaihtokone määräyksen mukaisesta kaksi-ilmavirtaisen koneen viitekokoanpanosta. [16]  $SFP_{int\_limit}$  -luvun laskentaa ei tässä insinööriyössä avata enempää.

## SEC

Ominaisenergiankulutuksella (SEC) ilmaistaan ilmanvaihtoon kulutettu energia lämmitetyn lattia-alan neliömetriä kohden. Ominaisenergiankulutus vaikuttaa ilmanvaihtokoneen energialuokkaan (kuva 7), joka voi olla välillä A+...G. Paras luokka on A+ ja korkein sallittu SEC-luku johtaa energialuokkaan G. Energialuokka ilmenee ilmanvaihtokoneen energiamerkistä. Kaikki asuinrakennusten ilmanvaihtoon tarkoitetut ilmanvaihtokoneet on täytynyt 1.1.2016 lähtien varustaa energiamerkillä. [17]



Kuva 7. Määräystenmukainen kaksi-ilmavirtaisen ilmanvaihtokoneen energiamerkki. [17]

Lämmön talteenotto ja patterit:

Kaikissa kaksi-ilmavirtaisissa koneissa tulee olla lämmön talteenottojärjestelmä. [16] Ekosuunnitteludirektiivissä on määritelty lämmön talteenoton lämpötilahyötysuhteen vähimmäisarvot, jotka muuttuivat viimeksi vuoden 2016 alussa ja seuraavan kerran vuoden 2018 alussa. Lämmön talteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhde lasketaan asuinrakennuksille ja muille kuin asuinrakennuksille tarkoitetuille lämmön talteenotto-laitteille eri tavalla. Lämmön talteenottolaitteille ei ole harmonisoitua tuotestandardia, joten niitä ei voi varustaa CE-merkillä. Lämmitys- ja jäähdytyspattereiden taas tulee olla CE-merkittyjä. [7] Niistä on saatava tarvittava lämmitys- tai jäähdytysteho mitoitusta vastaavilla lämpötiloilla ja virtaamilla.

Pienissä ilmanvaihtokoneissa (maksimi-ilmavirta alle 250 m³/h) ja vain asuinrakennuksiin tarkoitetuissa ilmanvaihtokoneissa (maksimi-ilmavirta alle 1000 m³/h) lämmön talteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhde lasketaan seuraavin kriteerein [16]:



- lämmön talteenottojärjestelmän toimiessa kuivissa olosuhteissa
- standardin mukaisissa ilmaolosuhteissa
- massavirran ollessa tasapainoinen vertailuilmavirralla
- 13 K:n sisä- ja ulkolämpötilaerolla
- ilman korjausta puhallinmoottoreiden tuottamasta lämmöstä.

Muissa kuin asuinrakennuksissa (ilmavirta yli 250 m<sup>3</sup>/h) lämmön talteenottojärjestelmän lämpötilahyötysuhde lasketaan [16]

- kuivissa vertailuolosuhteissa (poistoilmasta ei saa tiivistyä vettä)
- tasapainoisilla ilman massavirroilla
- 20 K:n sisä- ja ulkolämpötilaerolla
- ilman puhallinmoottoreiden ja sisäisten vuotojen tuottamaa lämpöä.

Muiden kuin asuinrakennuksiin tarkoitettujen tulopoistokoneiden lämmön talteenoton vähimmäisarvot lämpötilahyötysuhteelle  $\eta_t$  ovat ekosuunnitteludirektiivin mukaan seuraavanlaiset [16]:

1.1.2016 alkaen

- $\eta_t \geq 63 \%$  (nestekiertoiset LTO:t)
- $\eta_t \geq 67 \%$  (muut kuin nestekiertoiset LTO:t)

1.1.2018 alkaen

- $\eta_t \geq 68 \%$  (nestekiertoiset LTO:t)
- $\eta_t \geq 73 \%$  (muut kuin nestekiertoiset LTO:t)

#### 4.4 Palon- ja savunhallintalaitteet

Harmonisoitu tuotestandardi koskee LVI-tuotteiden osalta toistaiseksi ainoastaan savunhallintajärjestelmiä eli savunpoistopuhaltimia, -kanavia, -tarvikkeita ja palonrajoitin-venttiilejä ja palopeltejä. [7]. Palopellin tulee täyttää kanavan lävistämän, osastoivan rakennusosan palonkestoaikavaatimus eli paloluokka. Palopelti voi olla mikrokytkimellä varustettu tai toimilaitteikäyttöinen ja toimilaitteella toimiva palopelti voi olla varustettu

jousipalautuksella. Urakoitsijan ehdottaman palopellin tulee vastata suunniteltua ohjaustapaa, koska ohjaustapa liittyy myös rakennusautomaatiosuunnitelmiin. Samoin valitun toimilaitteen ohjausjännitteen tulee olla  $\pm 10$  % suunnitellusta arvosta, ja palopellin asennusohjeen tulee sopia kohteeseen.

#### 4.5 Pumput ja pumppaamot

Pumpun energiankulutukseen vaikuttavat pumpun tilavuusvirta, nostokorkeus, pumpun todellinen tehontarve ja pumppausyksikön kokonaishyötysuhde. Pumpun nostokorkeudella katetaan järjestelmän painehäviöt, joita tulee esim. putkistosta. Tilavuusvirran ja nostokorkeuden perusteella määritellään pumpun toimintapiste. Pumppu tulisi valita niin, että toimintapiste sijoittuu parhaan hyötysuhteen alueelle pumpun ominaiskäyrästä, minkä lisäksi pumpun virtaamaa ja paineenkorotusta tulee voida muuttaa yhtäaikaaisesti 15 % suunnitellusta arvosta. Pumpun taajuusmuuttaja tulee mitoittaa korotetulle arvolle. Järjestelmän suurin lämmitys- tai jäähdytystehontarve määrää pumpun maksimivirtaaman ( $Q$ ). Pumpun maksiminostokorkeus ( $H$ ) määräytyy kiertopiirin kokonaishyötysuhteesta, joka aiheutuu maksimivirtaamalla ( $Q$ ). Pumpun todellinen tehontarve on teho, jonka pumppu ottaa moottorilta. Osa pumpun ottamasta tehosta kuluu pumpussa syntyviin painehäviöihin ja loput käytetään nesteen siirtämiseen. Pumppausyksikön kokonaishyötysuhde muodostuu pumpun moottorin ja pumpun hydraulisen hyötysuhteen tulosta.

Pumpun energiatehokkuuteen vaikuttava merkittävä ongelma on pumpun ylimitoitus. Jos pumpulta mahdollisesti tarvitaan enemmän tehoa tulevaisuudessa, olisi järkevintä vasta tarpeen vaatiessa vaihtaa pumppu tehokkaampaan. Tutkimusten mukaan oikeilla pumppuvalinnoilla voitaisiin säästää jopa 30 % energiakuluissa. Väärin valittu pumppu voi vesittää muualla tehtyjen energiankulutusparannusten hyödyt. Paras tapa säästää pumpun energiakulutuksessa on mitoittaa pumppu mitoituksen aikaisen tarpeen mukaan, ja pitää pumpun nostokorkeus mahdollisimman pienenä eli minimoimalla myös putkiston painehäviöt. Pumpun juoksupyörä kannattaa valita niin, ettei pyörän koko ole pienin tai suurin mahdollinen. Ylimitoitusta voidaan kompensoida juoksupyörää pienentämällä tai pyörimisnopeutta alentamalla. [18]

Kaava pumpun moottorin hyötysuhteelle [19]:

$$\eta_m = \frac{P_a}{P_o} \quad (\text{Kaava 2})$$

$\eta_m$  on pumpun moottorin hyötysuhde  
 $P_a$  on moottorin akseliteho  
 $P_o$  on moottorin ottoteho

Kaava pumpun hydrostaattiselle hyötysuhteelle [19]:

$$\eta_h = \frac{P_h}{P_a} \quad (\text{Kaava 3})$$

$\eta_h$  on pumpun hydrostaattinen hyötysuhde  
 $P_h$  on pumpun hydraulinen teho  
 $P_a$  on moottorin akseliteho

Pumpun tilavuusvirran, nostokorkeuden, tehontarpeen ja pumppausyksikön kokonaishyötysuhteen tulee urakoitsijan laitevalinnoissa vastata suunnitelmia.

Ekosuunnitteludirektiivi koskee tällä hetkellä vesipumppuja ja kiertovesipumppuja, mikä lisäksi EU:ssa on suunnitteilla asetukset myös suurille vesipumpuille, jätevesipumpuille ja mäntäpumpuille. Vesipumput-tuoteryhmään kuuluvat sekä erilliset että tuotteisiin integroidut puhtaan veden pumppaamiseen käytettävät keskipakovesipumput, kuitenkin niin, että vaatimukset koskevat vain pumppujen hydraulista tehoa. Pumppujärjestelmän sähkömoottoreita koskee asetus 640/2009. Vaatimusten piiriin eivät kuulu sammutusjärjestelmien pumput, syrjäytysvesipumput, itsesyöttävät vesipumput ja alle -10 °C:n tai yli 120 °C:n lämpötilassa toimivat pumput. Kiertovesipumput-tuoteryhmään kuuluvat sekä erilliset että tuotteisiin integroidut kiertovesipumput. Vaatimukset eivät koske talousveden kiertoon tarkoitettuja kiertovesipumppuja, joita koskee direktiivi 98/83/EY. Elokuusta 2015 alkaen akselitiivisteettömien kiertovesipumppujen energiatehokkuusindeksi, eli EEI-luvun (Energy Efficiency Index) on tullut olla enintään 0,23. EEI-luvun tulee näkyä pumpun arvokilvessä. [20]

Kuivamoottoristen kiertovesi- ja paineenkorotuspumppujen energiatehokkuutta mitataan vähimmäishyötysuhdeindeksin, eli MEI-luvun (Minimum Efficiency Index) avulla. Mitä korkeampi MEI-luku on, sitä energiatehokkaampi pumppu on. Tehokkaimpien vesipumppujen MEI-luku on vähintään 0,70. Vähimmäishyötysuhdeindeksin avulla voi-

daan pumpulle laskea hydraulinen vähimmäishyötysuhde. Vähimmäishyötysuhdeindeksin laskentaa varten tarvitaan pumpun malli, pumpun toimintapisteen tuotto (l/s), nostokorkeus (m) ja pyörimisnopeus (r/min) parhaan hyötysuhteen kohdalla. MEI-luku tulee näkyä pumpun arvokilvessä. Tammikuusta 2015 alkaen MEI-luvun on täytynyt olla vähintään 0,4. [21]

#### 4.6 Moottorit

Etenkin uusien puhaltimien moottorit ovat yleensä EC-moottoreita, koska niiden etuja ovat alhainen energiankulutus (EC-puhaltimen energiankulutus on jopa 50 prosenttia alhaisempi kuin perinteisellä puhaltimella), hiljainen käyntiääni, luotettavuus sekä pitkä elinikä. Lisäksi EC-moottorit eivät tarvitse erillistä taajuusmuuttajaa eikä lisäsuojauksia, kuten EMC-suojaa tai moottorisuojaa. EC-moottorit ovat myös helppoja ja turvallisia asentaa, myös automaation kannalta. Ekosuunnitteludirektiivi luokittelee moottorit energiatehokkuutensa mukaan luokkiin IE1, IE2 ja IE3, joista IE3 on paras taso. Sähkömoottoreiden hyötysuhteelle asetetut vaatimukset ovat kiristyneet asetuksen mukaisesti kolmessa vaiheessa [22]:

- Ensimmäisen kerran vuoden 2011 alusta kaikkien moottoreiden hyötysuhteen tuli vastata tasoltaan IE2-luokkaa.
- Vuoden 2015 alusta teholuokan 7,5 — 375 kW moottoreiden hyötysuhteen on täytynyt täyttää luokan IE3 vaatimukset ja luokan IE2 moottoreita voi käyttää taajuusmuuttajan kanssa.
- Tammikuusta 2017 alkaen teholuokkaa laajennetaan niin, että 0,75 — 375 kW:n moottorien tulee kuulua IE3-luokkaan ja IE2-luokkaan kuuluvaa moottoria voi käyttää taajuusmuuttajan kanssa.

Moottoreiden hyväksynnässä tulee huomioida, että moottorin sähköteho, vaiheistus ja tiedonsiirtoprotokolla vastaavat suunnitelmia, koska muutokset näissä ominaisuuksissa vaikuttavat myös sähkö- ja automaatiourakoihin.

## 5 Laitehyväksynnän ohjeistus ja tarkastuslomake

Laitehyväksynnän suorittavan suunnittelijan tulee tuntea hyvin voimassa olevat kansalliset ja kansainväliset määräykset. Laitteen suoritusarvoihin, laatuun ja käyttöolosuhteisiin liittyvien viranomaismääräysten tulee täyttyä ja mitoitusarvojen tulee vastata suunnitelmia.

nitelmia. Tämän insinööriyön päätavoitteena oli laatia laitehyväksyntälomakkeet ohjeistuksineen Ramboll Finlandille. Laitehyväksynnän tueksi tehdyn lomakkeen avulla laitteiden suunnitelmanmukaisuuden tarkastaminen ja osoittaminen rakennuttajalle sekä LVI-valvojalle tulee olemaan hallitumpaa ja helpompaa.

## 5.1 Tavoite, toteutus ja rajaukset

Useiden yrityskauppojen myötä Ramboll on kasvanut nopeasti, minkä vuoksi yrityksessä on käytössä monenlaisia toimintatapoja. Nyt Ramboll haluaa yhdenmukaistaa ja samalla kehittää suunnitteluun ja suunnitelmien tarkastamiseen liittyviä käytäntöjä, ja laitehyväksyntä on yksi kehittämisen kohteista.

Ohjeistusta varten tutkittiin jo tehtyjä laitehyväksyntöjä, perehdyttiin LVI-tuotteita koskeviin määräyksiin ja haastateltiin kokeneita suunnittelu- ja projektipäälliköitä. Haastattelun tavoitteena oli selvittää

- miten suunnittelijat suorittavat hyväksyntöjä tällä hetkellä
- mitkä ovat hyväksyntäprosessin haasteita ja mahdollisia sudenkuoppia
- miten prosessia voisi kehittää.

Tutkimuksen tuloksena syntynyt ohjeistus sisällytettiin laitehyväksyntälomakkeena toimivaan Excel-taulukkoon erilaisten dokumenttien määrän minimoimiseksi.

Työ rajattiin koskemaan sähkökäyttöisiä LVI-laitteita, kuten ilmanvaihtokoneita, puhalltimia, huoneilmastointilaitteita, (esim. puhallinkonvektorit) ilmanrajoittimia ja –säätimiä sekä pumppuja. Kanavat, putket, kanavointi- ja putkitarvikkeet sekä eristysmateriaalit edellyttävät myös hyväksyttämistä, mutta ne jätettiin työn ulkopuolelle, jotta työn laajuus pysyisi kohtuullisena.

## 5.2 Haastattelut

Insinööriyön toisena ohjaajana toimi Rambollin Leppävaaran yksikön päällikkö Jarno Hämäläinen. Hän pitää tärkeänä sitä, että Rambollissa aletaan monien yrityskauppojen jälkeen noudattaa yhteisiä toimintatapoja ja vähennetään virheiden mahdollisuutta.

Koska Rambolliin palkataan jatkuvasti uusia suunnittelijoita, tarvitaan sellaiset ohjeet, joiden avulla myös uudet ja kokemattomat suunnittelijat voivat suorittaa monimutkaisen laitehyväksynnän itsenäisesti. Koska työmaalla ei aina välttämättä ole viimeisintä tietoa laitteita ja rakennustuotteita koskevista määräyksistä eikä valmistajalta välttämättä saa pitkäkhön ajan kuluttuakaan määräysten voimaantulumisesta niiden mukaisia laitetietoja, tulee suunnittelijan osata tarkistaa laitteiden määräystenmukaisuus. Laitehyväksynnässä täytettävällä lomakkeella on myös erittäin kätevää osoittaa valvontaviranomaiselle laitteiden olevan määräysten ja suunnitelmien mukaisia.

Leppävaarassa toimivan projektipäällikkö Ville Sipolan mielestä ohjeistus ja yhtenäinen hyväksyttämistapa ovat erittäin tarpeellisia, ja prosessia tulisi kehittää niin, ettei laitteiden hyväksyttämismateriaalin käsittelyyn kuluisi tulevaisuudessa niin paljon aikaa kuin tähän mennessä, ja että virheiden teon mahdollisuus pienennettäisiin minimiin. Joskus laitehyväksynnot joudutaan tekemään lyhyellä aikataululla, jolloin virheiden mahdollisuus kasvaa. Sipola painotti, että suunnittelijan tulisi aina määritellä kaikki laitteelta vaadittavat kriteerit. Näin laitevaatimuksiin ei jäisi aukkoja, joiden takia kohteeseen tulisi valituksi sellainen laite, joka ei täysin vastaa kohteen vaatimuksia. Hän toivoi myös jonkinlaista automaatiota taulukon täyttöön ja mahdollisesti myös tarkistukseen, jotta hyväksynnän helppous ja ripeys saataisiin maksimoitua.

Timo Svahn, joka toimii Leppävaaran toimistossa johtavana asiantuntijana, korosti, että mahdollisimman tarkkoilla määrityksillä pystytään hyvin rajaamaan urakoitsijan laitevalintaa. Jos halutaan käyttää jotain tietyn valmistajan laitetta, tulee suunniteltujen mitoitusrvojen ja laitetietojen olla sen verran tarkkoja, että niihin päästään vain halutulla laitteella. Koska urakoitsija valitsee mieluiten edullisemman laitteen kuin suunnitelmassa, tulee suunnittelijan olla erittäin huolellinen tarkastaessaan, että urakoitsijan valitsema laite vastaa tilankäytöltään, toiminnaltaan, teknisiltä ominaisuuksiltaan, energiatehokkuudeltaan, elinkaareltaan ja huollon jatkuvuuden osalta suunniteltua laitetta. Laitehyväksynnässä tulee ottaa huomioon lukuisia asioita, jonka vuoksi myös Svahnin mielestä siihen tarvitaan apuväline, joka toimii eräänlaisena muistilistana ja oppaana sekä samalla dokumenttina, jolla voidaan osoittaa LVI-valvojalle, että urakoitsijan laitevalinnat täyttävät kaikki lainsäädännölliset ja projektin vaatimukset. Vaikka urakoitsija viime kädessä vastaa tekemistään laitevalinnoista, voi hän aina vedota myös LVI-suunnittelijan tarkistusvelvollisuuteen. Laitehyväksyntälomake toimii näin myös LVI-suunnittelijan tukena mahdollisissa ristiriitatilanteissa. Svahnin mielestä olisi toivottavaa, että laitetiedot siirtyisivät automaattisesti suunnitelmista laitehyväksyntälomakkeeseen.

seen. Ilmanvaihtokoneiden kohdalla Svahnin mielestä olennaista on se, että kone mahtuu sille varattuun tilaan ja että se on helposti huollettavissa. Lisäksi erittäin merkittävästi ilmanvaihtokoneen energiatehokkuudesta kertoo koneen SFP-luku. Hänen mielestään esim. suodattimista, puhaltimista, pattereista aiheutuvien painehäviöiden (jotka vaikuttavat koneen SFP-lukuun) tarkastelu on melko turhaa, jos kone kuitenkin alittaa sille määritellyn SFP-luvun maksimiarvon.

Leppävaarasta haastateltiin myös projektipäällikkö Teemu Eevaa, joka Sipolan ja Svahnin tapaan toivoi hyväksyntäprosessin jouhevoittamista. Hän huomautti että, koska pelkkä CE-merkintä ei vielä takaa tuotteen käytettävyyttä Suomen olosuhteissa, tulee tuotetiedoissa olla mukana myös suomenkielinen suoritustasoilmoitus, DoP. Suoritustasoilmoituksen saaminen on vielä toistaiseksi ollut hankalaa, vaikka laitevalmistajalta sellaista vaaditaan. Kuitenkin tässä asiassa Eevan mielestä tulee olla tarkka, koska vasta suoritustasoilmoituksesta näkee, soveltuuko laite paikallisissa olosuhteissa käytettäväksi. Lisäksi esim. savunpoistolaitteita koskevat määräykset vaihtelevat paikakkunnittain. Kaikki perustuu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan, mutta paikakkunnilla voi olla sen lisäksi omia vaatimuksia, jotka tulee huomioida laitevalinnassa.

Leppävaaran toimipisteessä suunnittelupäällikkönä toimiva Seppo Markkanen korosti, että usein urakoitsija ei itse edes tarkista laitetoimittajalta saamansa aineistoa, vaan toimittaa sen suoraan hyväksyttäväksi siirtäen tarkastusvastuun kokonaan suunnittelijalle. Markkasen mielestä suunnitelma-asiakirjoissa tulisi tuoda vahvasti esille urakoitsijan velvollisuus ja vastuu laitevalintojen tarkastuksessa ja urakoitsijan tulisi ilmoittaa pienetkin poikkeamat suunnitteluarvoista. Hänen mielestään tarkastuslomakkeessa tulisi näkyä suunnitteluarvot ja urakoitsijan ehdottamat arvot vertailun helpottamiseksi.

Rambollin toisesta Espoon toimistosta, Niittykummusta, haastateltiin yksikön päällikkö Teppo Tulokasta. Niittykummun yksikkö on alun perin vuonna 1992 perustettu LVIA-suunnittelun pioneeri Projectus Team Oy, joka vuoden 2015 lokakuussa sulautui yrityskauppojen myötä Rambolliin. Ennen haastattelua oli jo tiedossa, että Niittykummun toimipisteessä laitehyväksynnät suoritetaan eri tavalla kuin Leppävaaran toimistossa, joten oli tärkeää kuulla, miten prosessi poikkeaa ja minkälainen näkemys Niittykummussa on laitehyväksynnän kehittämisestä. Laitehyväksynnät Niittykummussa on suoritettu pääsääntöisesti projektipäällikön toimesta. Hyväksynnän voi myös suorittaa laitteita koskevista suunnitelmista vastaava suunnittelija. Tärkeänä Tulokas piti sitä, että hyväksynnän suorittajalla on vankka kokemus suunnittelusta ja sen myötä hyvä käsitys

hyväksyttävien laitteiden kriteereistä. Jos suunnittelija suorittaa laitehyväksyntää ensimmäistä kertaa, se tehdään projektipäällikön kanssa yhdessä. Tulokkaan mielestä ylimääräinen taulukko laitteiden hyväksyttämistä varten olisi työläs, ja sen päivittäminen työselostuksen ja laiteluettelon lisäksi on aikaa vievää ja kaksinkertaistaisi tehdyn työn määrän turhaan, koska jo kertaalleen työselostuksessa ja laiteluettelossa esitetyt kriteerit kirjattaisiin myös hyväksyntälomakkeeseen. Tulokkaan mielestä samoja tietoja ei tulisi esittää useammassa kuin yhdessä paikassa. Lisäksi hänen mielestään laitetietoja päivitettäessä olisi se riski, että muuttuneet tiedot muistetaan päivittää vain yhteen dokumenttiin. Koska hyväksyntälomake ei ole suunnitelma-asiakirja, kuten kaikki piirustukset, työselostus ja laiteluettelo, ei ristiriitojen sattuessa hyväksyntälomakkeella olisi painoarvoa. Tämä johtaisi Tulokkaan mielestä lopulta siihen, että urakoitsija haluaakin todennäköisesti mieluummin selvittää vaaditut ominaisuudet ainoastaan suunnitelma-asiakirjoista. Hän ei myöskään uskonut, että urakoitsijoita saadaan käyttämään lomaketta, koska se lisää työtä ja vie aikaa. Jos rakennuttaja itse vaatisi taulukon käyttöä, se olisi eri asia. Tulokas alleviivasi sitä, että urakoitsijalla tulee olla suurin vastuu oikeiden laitteiden valinnasta ja tätä tulee korostaa kaikessa urakkaan liittyvässä dokumentoinnissa. Jos ylimääräinen taulukko tulisi, olisi parempi, että urakoitsija itse täyttäisi mitoitusarvot työselostuksesta ja laiteluettelosta ja lisäisi viereiseen sarakkeeseen omat arvonsa. Tulokkaan mielestä jonkinlainen tarkastuslista olisi tarpeellinen, mutta tietojen kirjaamista useampaan kuin yhteen dokumenttiin hän ei kannattanut.

Niittykummun toimipisteestä haastateltiin myös projektinjohtajana toimivaa Hannu Martikaista. Hän oli Tulokkaan kanssa samoilla linjoilla siitä, ettei usko urakoitsijan tai laite-toimittajan olevan halukkaita täyttämään ylimääräistä taulukkoa laitehyväksynnän yhteydessä, etenkin jos kohde on suuri, jolloin esimerkiksi ilmanvaihtokoneita voi olla jopa useita kymmeniä. Laitehyväksynnässä tarvittava aineisto ilmanvaihtokoneista syntyy automaattisesti mitoitusohjelmasta. Martikaisen mielestä rakennusvalvontaviranomaisetkaan eivät ole olleet erityisen kiinnostuneita suunnittelijan tekemästä laitemitoitustarkastuksesta, joten tarkastuslomakkeella ei olisi edes rakennusvalvonnan kannalta suurta merkitystä. Rambollissa on jo käytössä kaikki rakennusvalvonnan edellyttämät tarkastuslistat ja lomakkeet tuotteiden CE-merkinnän ja hyväksynnän osalta. Martikaisen mielestä laitehyväksyntä tulee suorittaa sen suunnittelijan toimesta, joka vastaa myös itse suunnitelmista, koska hän tietää parhaiten, mitä laitteita ja mitoitusarvoja suunnitelmissa on käytetty ja mistä kaikki tiedot ovat saatavissa. Laitehyväksynnän tehokkuutta voi Martikaisen mielestä parantaa niin, että hyväksynät keskitetään niille suunnittelijoille, jotka suorittavat laitehyväksyntöjä säännöllisesti, jotta prosessiin ei



menisi niin kauan aikaa kuin sellaisella suunnittelijalla, joka suorittaa laitehyväksyntöjä kerran vuodessa. Etenkin nuorille suunnittelijoille voisi tehdä ohjeistuksen tai tarkastuskortin, josta selviää, mitä asioita laitteista tulee tarkistaa, minkälaiset vaihteluvälit suunnitelluille arvoille ovat hyväksyttäviä ja mitkä ovat työselostuksessa ja kojeluetelossa esitetyt perusmitoitusravot. Laitteiden kohdekohtaiset tekniset arvot, joita verrataan laitetoimittajan mitoitusravoihin, tulee aina tarkistaa kojeluetelosta. Jos jonkinlainen tarkastuslomake kuitenkin päätetään ottaa käyttöön, tulisi sen ehdottomasti syntyä automaattisesti kojeluetelon tiedoista, ja ehdotettujen laitteiden tekniset arvot tulisi edelleen tarkistaa laitetoimittajan tai urakoitsijan toimittamista dokumenteista.

## 6 Päätelmät ja jatkotoimenpiteet

Haastattelujen perusteella laitehyväksynnät suoritetaan hyvin yleisesti niin, että urakoitsija toimittaa esitteet, koneajot ja pumppukäyrät valitsemistaan laitteista sähköpostilla LVI-suunnittelijalle, LVI-valvojalle ja rakennuttajalle, minkä jälkeen suunnittelija käy materiaalin läpi verraten niitä suunnitelmiin eli työselostukseen, kojelueteloon ja tasokuviin. Jos laitevalinnoista on jotain huomautettavaa tai ne pitää vaihtaa, ne jätetään hyväksymättä ja urakoitsijan tulee valita kyseiset laitteet uudelleen. Jos valitut laitteet vastaavat suunnitelmia ja sopivat kohteeseen käytettäväksi, suunnittelija antaa hyväksyvän kommentin ja toimittaa vastauksen urakoitsijan lisäksi valvojalle ja rakennuttajalle. Kaikki hyväksyntämateriaali ja kommentit tallennetaan joko projektihakemistoon tai projektipankkiin riippuen siitä, mitä on sovittu. Usein mitoitusravojen annetaan myös hieman ylittyä tai alittua, jos muutoksilla ei ole merkittävää vaikutusta koneen toimintaan tai energiatehokkuuteen ja jos kone muutoin täyttää kaikki sille asetetut vaatimukset. Siksi niille arvoille, joille voidaan sallia pieniä poikkeamia, tulisi joidenkin haastattelujen mielestä määritellä sallittu poikkeama osana ohjeistusta. Vakioarvot, kuten mitoitustilämpötilat, joiden tulee pysyä aina samana, tulisi löytyä ohjeistuksesta ja lomakkeesta valmiina. Sähköä käyttävien laitteiden kohdalla on erittäin tärkeää, että valitun laitteen vaiheistus, ohjaus ja tiedonsiirtoprotokolla vastaavat suunnitelmia. Lisäksi Svahnin mielestä kannattaa aina mahdollisuuksien mukaan valita mieluummin laite, joka on kolmivaiheinen, koska kolmivaiheisen voi aina muuttaa yksivaiheiseksi mutta ei päinvastoin. Suunnittelijan tulee myös itse varmistaa, että kyseistä käyttötarkoitusta vastaavaa laitetta saa suunnitellulla vaiheistuksella ja ohjauksella.

Laittehyväksyntä voi epäonnistua kiireestä seuraavaan huolimattomuuden vuoksi sekä olettamuksien johdosta silloin, kun kohdetta ja suunnitelmia ei tunneta tarpeeksi hyvin.

Lisäksi haastateltavien mukaan tyypilliset ongelmat ja mahdolliset sudenkuopat voivat olla seuraavanlaisia:

- Kaikkia laitteen ominaisuuksia ei ole suunnitteluvaiheessa määritelty, mikä saattaa johtaa kohteeseen sopimattoman laitteen valintaan.
- Laiteluettelon tietoja ei ole päivitetty, kun suunnitelmiin on tullut muutoksia.
- Tilaaja on toivonut ilmanvaihtokoneen ylivoimittamista, mitä ei ole huomioitu laitevalinnassa.
- Urakoitsija on voinut jättää laitteet, esim. palopellit positoimatta, joka vaikeuttaa hyväksyntää silloin kun kohteeseen on suunniteltu käytettäväksi useampia erilaisia palopeltejä.
- Urakoitsijalta voi tulla ylimääräistä materiaalia, joka ei hyödytä laitehyväksyntää (esim. tietoja, jotka koskevat muita laitetyppejä).
- Hyväksyntämateriaalista ei löydy kaikkia tarvittavia tietoja.
- Urakoitsijan suorittamassa mitoituksessa on virhe, jota suunnittelijakaan ei ole huomannut.
- Urakoitsija saattaa toimittaa laitetoimittajalle puutteelliset tiedot esim. IV-konevalintaa varten.
- Urakoitsija antaa vain laitteen valmistajan yhteystiedot, jolta suunnittelijan tulisi itse selvittää tarvitsemansa laitetiedot.
- Urakoitsija ei ole tietoinen viimeisimmistä määräyksistä esim. CE-merkinnän pakollisuudesta.
- Kaikkia määräyksien mukaisia tietoja (esim. DoP) ei ole laitevalmistajilta saatavilla, joten niitä täytyy osata kysyä.
- Saman merkkistä ja -nimistä tuotetta voidaan valmistaa esim. Suomessa sekä ulkomailla, mutta ulkomailla valmistettu tuote ei vastaa laadultaan Suomessa valmistettua tuotetta.
- Laitteen tekniset arvot täyttävät vaatimukset mutta laitteen tilantarve ei toteudu. Jos laite on ehditty jo hankkia, voidaan selvittää onko arkkitehtisuunnitelmien muuttaminen mahdollista ja kuinka paljon siitä seuraisi lisäkustannuksia.
- Laite ei sovi kohteeseen väärän tiedonsiirtoprotokollan takia (rakennusautomaatio).

Urakoitsijalle lähetettävässä laitehyväksyntälomakkeessa tulisikin mainita mahdolliset tarvittavat liitteet, esim. pumppujen toimintakäyrät, jotta suunnittelijalla olisi vain olennaisimmat tiedot käytettävissään laitehyväksyntää suorittaessaan. Jos jotain tarvittavia tietoja puuttuu, lomake tulisi palauttaa urakoitsijalle tietojen täydentämistä varten. Puutteelliset laitetiedot johtavat automaattisesti laitteen hylkäykseen, ja sallitut poikkeamat suunnitelluista arvoista voi projektipäällikkö määritellä tapauskohtaisesti.

Haastatteluissa kävi ilmi, että Leppävaarassa ja Niittykummussa on hieman erilaiset näkemykset hyväksynnän mahdollisesta kehittämisestä. Koska uusien suunnittelijoiden määrä tulee lisääntymään ja vaihtumaan tulevaisuudessakin, tulevat ohjeistus ja lomake tarpeelliseksi. Jotta Tulokkaan mainitsemaa kaksinkertaista työtä ei tapahtuisi silloin, kun laitetietoja päivitetään suunnitelmiin, lomake täytetään vasta siinä vaiheessa, kun suunnitelmat ovat jo valmiita ja toimitettu urakoitsijalle ja kun urakoitsija voi aloittaa laitehankinnat. Tällöin itse laitehyväksyntälomaketta ei tarvitse täydentää. Lomake myös helpottaa urakoitsijan työtä niin, että halutessaan hän voi toimittaa lomakkeen suoraan laitetoimittajalle, joka täyttää tarjoamansa koneen tiedot ja toimittaa lomakkeen urakoitsijan kautta suunnittelijalle. Laitetoimittajan työ helpottuu niin, että useamman dokumentin sijaan hän saa tarvittavat suunnitteluarvot yhdestä taulukosta eikä tarvittavia tietoja jää puuttumaan. Tarkoituksena ei ole täyttää laitehyväksynnän lomaketta pitkälle tulevaisuuteen asti käsin, vaan sitä tullaan kehittämään mahdollisimman pian niin, että laitetiedot siirtyvät suunnitelma-asiakirjoista automaattisesti esim. tietokannan kautta lomakkeeseen. Jokaiselle laitetyypille luotiin oma lomakkeensa, koska hyväksytettävät arvot luonnollisesti poikkeavat laitetyypeittäin. Lomakkeita on yhteensä 12 kpl, joissa enimmillään on kymmeniä tarkastettavia arvoja/laitte. Lomakkeet on lisäksi ryhmitelty erikseen ilmanvaihtourakkaan ja putkiurakkaan kuuluviin kokonaisuuksiin. Laitehyväksyntälomakkeet ovat Ramboll Finlandin omaisuutta, minkä vuoksi niitä ei voida oheistaa tämän insinööritoimiston liitteeksi.

## Lähteet

- 1 Huvinen, Timo. 2016. Laatu- ja kehityspäällikkö, Ramboll Finland Oy, Espoo. Haastattelu 10.10.2016.
- 2 Rakennustuotelomakkeen ohje Versio 1.3. 2016. Verkkoaineisto. hEN Helpdesk. <<http://www.henhelpdesk.fi/www/fi/kelpoisuus/Rakennustuotelomakkeen-ohje-Versio-1-3.docx>> Luettu 10.7.2016
- 3 Rakennuskohteen perusvaatimukset. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakennustuotteita\\_koskeva\\_lainsaadanto](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennustuotteita_koskeva_lainsaadanto)> Luettu 10.7.2016
- 4 Ekosuunnitteludirektiivi. 2016. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<http://www.motiva.fi/taustatietoa/ohjauskeinot/direktiivit/ekosuunnitteludirektiivi>> Luettu 10.7.2016
- 5 CE-merkintä rakennustuotteisiin 2013 mennessä. 2011. Verkkoaineisto. Suomen Standardisointiliitto SFS. <<http://www.sfs.fi/files/307/ce-merkinta2013.pdf>> Luettu 10.7.2016
- 6 CE-merkintä. 2015. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Kuluttajaturvallisuus/Kulutustavarat/CE-merkki/>> Luettu 22.8.2016
- 7 Talotekniikkatuotteiden hyväksymismenettelyt. 2016. Verkkoaineisto. Talotekniikkateollisuus. <[http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/sites/lvi-talotekniikka/files/file\\_attachments/Hyv%C3%A4ksymismenettelyt%20j%C3%A4rjestelmitt%C3%A4in%2020160602.pdf](http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/sites/lvi-talotekniikka/files/file_attachments/Hyv%C3%A4ksymismenettelyt%20j%C3%A4rjestelmitt%C3%A4in%2020160602.pdf)> Luettu 22.8.2016
- 8 Rakennustuotteiden CE-merkintä. 2016. Verkkoaineisto. Talotekniikkateollisuus. <<http://talotekniikka.teknologiateollisuus.fi/rakennustuotteiden-ce-merkint%C3%A4>> Luettu 22.8.2016
- 9 CE-merkintään vaadittavat toimenpiteet ja asiakirjat. 2014. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto TUKES. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Rakennustuotteet1/Rakennustuotteet/CE-merkinta/Toimenpiteet-ja-asiakirjat/>> Luettu 23.8.2016
- 10 Rakennustuotteiden tyyppihyväksyntä. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/rakentamisen\\_ohjaus/rakennustuotteiden\\_tuoteyvaksynta/Kansalliset\\_hyvaksyntamenettelyt/Tyyppihyvaksynta](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/rakentamisen_ohjaus/rakennustuotteiden_tuoteyvaksynta/Kansalliset_hyvaksyntamenettelyt/Tyyppihyvaksynta)> Luettu 14.9.2013

- 11 Varmennustodistus. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.  
<[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus/Rakennustuotteiden\\_tuot\\_ehyvaksynta/Kansalliset\\_hyvaksyntamenettelyt/Varmennustodistus](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuot_ehyvaksynta/Kansalliset_hyvaksyntamenettelyt/Varmennustodistus)> Luettu 14.9.2013
- 12 Valmistuksen laadunvalvonta. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.  
<[http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus/Rakennustuotteiden\\_tuot\\_ehyvaksynta/Kansalliset\\_hyvaksyntamenettelyt/Valmistuksen\\_laadunvalvonta](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Rakennustuotteiden_tuot_ehyvaksynta/Kansalliset_hyvaksyntamenettelyt/Valmistuksen_laadunvalvonta)> Luettu 14.9.2013
- 13 Kansalliset hyväksyntämenettelyt. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.  
<[http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/rakentamisen\\_ohjaus/rakennustuotteiden\\_tuotehyvaksynta/Kansalliset\\_hyvaksyntamenettelyt](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/rakentamisen_ohjaus/rakennustuotteiden_tuotehyvaksynta/Kansalliset_hyvaksyntamenettelyt)> Luettu 14.9.2013
- 14 LVI-selostus. 2016. Verkkoaineisto. Ramboll Finland Oy. Sisäinen verkkolevy. Luettu. 15.7.2016
- 15 Ilmanvaihtokoneiden CE-merkintä tulee pakolliseksi vuonna 2016. 2015. Verkkoaineisto. VTT.  
<[http://www.vttexpertservices.fi/ajankohtaista/uutiset/news201506\\_ilmanvaihtokoneiden-ce-merkinta-tulee-pakolliseksi-vuonna-2016](http://www.vttexpertservices.fi/ajankohtaista/uutiset/news201506_ilmanvaihtokoneiden-ce-merkinta-tulee-pakolliseksi-vuonna-2016)> Luettu 1.11.2016
- 16 Komission asetus (EU) N:o 1253/2014. Liite 2 ja 3. Euroopan komissio.
- 17 Ilmanvaihtokoneet. 2016. Verkkoaineisto. Energiavirasto.  
<<http://ekosuunnittelu.info/vaatus/ilmanvaihtokoneet/>> Luettu 29.9.2016
- 18 Motiva Oy. 2011. Energiatehokkaat pumput. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö.
- 19 Kuronen, Mika. 2014. Energiatehokkuuden parantaminen talousveden jakelussa. Diplomityö. Aalto-yliopisto. Saatavissa: <<https://aaltodoc.aalto.fi/>>
- 20 EuP-direktiivin vaikutusten arviointi: kiertovesipumput, lämmityskattilat, vedenlämmittimet ja sähkömoottorit. 2009. Verkkoaineisto. Motiva Oy.  
<[http://www.motiva.fi/files/5343/Energiatehokkaat\\_pumput.pdf](http://www.motiva.fi/files/5343/Energiatehokkaat_pumput.pdf)> Luettu 10.10.2016
- 21 Kolmeks ja uudet energiatehokkuusvaatimukset. 2013. Verkkoaineisto. Kolmeks Oy. <<http://www.kolmeks.fi/ajankohtaista/2013/01/15/kolmeks-ja-uudet-energiatehokkuusvaatimukset>> Luettu 14.9.2016